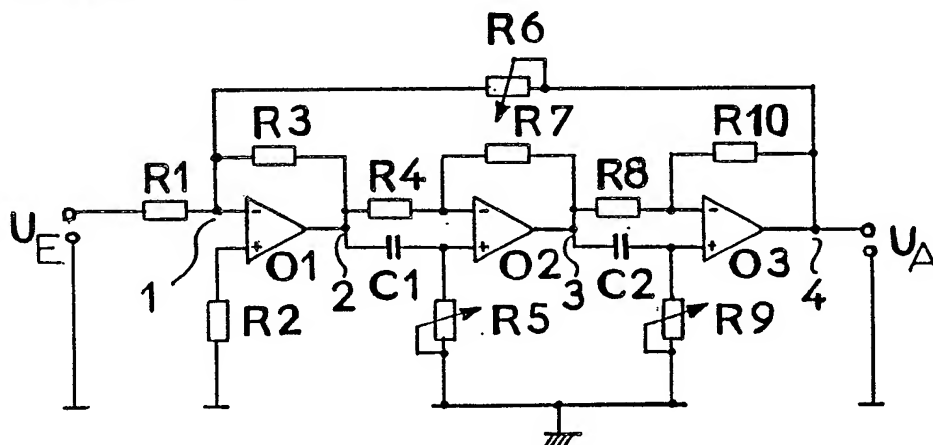


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>4</sup> :</p> <p>H03H 11/14, 11/12</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 88/ 09585</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Dezember 1988 (01.12.88)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP88/00454</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Mai 1988 (20.05.88)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: P 37 18 097.5</p> <p>(32) Prioritätsdatum: 29. Mai 1987 (29.05.87)</p> <p>(33) Prioritätsland: DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HANS BRÜGEMANN GMBH [DE/DE]; Pippinstr. 10, D-8035 Gauting (DE).</p> <p>(72) Erfinder;und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : BRÜGEMANN, Hans [DE/DE]; Pippinstr. 10, D-8035 Gauting (DE). SCHLIEPER, Kai [DE/DE]; Steinheilstr. 12, D-8211 Gollenhausen (DE).</p> <p>(74) Anwälte: JAEGER, K. usw.; Jaeger, Steffens &amp; Köster, Pippinplatz 4a, D-8035 Gauting (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: BAND-PASS FILTER

(54) Bezeichnung: BANDPASS-FILTER



(57) Abstract

A band-pass filter with RC circuits based on active amplification technology and having a small number of components comprises three operational amplifiers {01-03}, two RC circuits {R5/C1; R9/C2} and four feedback paths. The transmission frequency  $f_0$  of this band-pass filter can be varied over a wide range by adjusting the modifiable ohmic resistances {R5; R9} and the factor Q of the filter by means of the modifiable resistance R6.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Bandpass-Filter aus RC-Gliedern in aktiver Verstärker-Technik mit geringem Bauteileaufwand, bestehend aus 3 Operationsverstärkern {01-03} und 2 RC-Gliedern {R5/C1; R9/C2} und 4 Rückkopplungswegen. Die Durchlassfrequenz  $f_0$  dieses Bandpass-Filters lässt sich durch Verstellen der veränderlichen ohmschen Widerstände {R5; R9} ebenso wie die Güte Q des Filters über den veränderlichen Widerstand R6 in einem weitem Bereich variieren.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

-1-

---

**Bandpass-Filter**

---

**B e s c h r e i b u n g**

Die Erfindung betrifft ein Bandpass-Filter der im Oberbegriff des Hauptanspruches genannten Art.

Bandpass-Filter als Kombination eines Hochpasses mit einem Tiefpass werden in der Elektrotechnik schon seit langem zum selektiven Ausfiltern bzw. Durchlassen eines bestimmten Frequenzbandes benutzt und sind in der Regel nach ihren Erfindern benannt {z. B. Filter nach Bessel, Butterworth, Gauss, Tschhebyscheff}.

Die am weitesten verbreitete Ausführung stellt das RC-Bandpass-Filter dar, das eine Kombination von Widerständen  $R$  und Kapazitäten  $C$  als frequenzselektive Siebglieder beinhaltet. Daneben haben auch LC-Bandpass-Filter, die demgemäss eine Kombination von Induktivitäten  $L$  und Kapazitäten  $C$  als frequenzselektive Bauelemente umfassen, eine gewisse Bedeutung erlangt. Werden diese Filter zum Kompensieren der mit einem Filter stets verbundenen Signaldämpfung mit Trennverstärkern, die man seit etwa 15 Jahren bevorzugt mit Operationsverstärkern ausführt, bestückt, spricht man von aktiven Filtern. Ihre Vorteile liegen in der grösseren Flankensteilheit, im wesentlich günstigeren Signal/Rauschverhältnis und generell grösseren Möglichkeiten zur Beeinflussung der Filterfunktion im Vergleich zu "passiven" RC-, RL-, LC-, Kreuz-, T-Filtern usw. Derartige veränderliche aktive Filter werden in der Elektronik für die verschiedenartigsten Zwecke eingesetzt, beispielsweise für Schwingungsuntersuchungen, Geräuschspannungsmessungen und in Spektrumanalysen. Mehrfach-Filter dieser Art mit einstellbaren Grenzfrequenzen, Flankensteilheiten und Durchgangsstärkungen bzw. -Dämpfungen sind sowohl in Form separater Bausteine, als auch fertig aufgebauter Laborgeräte kommerziell erhältlich.

Nachteilig bei konventionellen Ausführungen ist allerdings in der Regel der hohe Aufwand an Bauelementen und die mangelnde Variations-Bandbreite der Durchlassfrequenz und der Güte der Bandpass-Filter. Weiterhin ist es im allgemeinen nicht möglich, diese charakteristischen Grössen nicht-manuell, d.h. automatisch bzw. ferngesteuert, beliebig zu wählen bzw. dem jeweiligen Einsatzfall anzupassen.

Angesichts dieses Stands der Technik ergibt sich die Aufgabe, ein aktives Bandpass-Filter aus möglichst wenigen Bauelementen zu schaffen, dessen Güte sich stufenlos verstellen, und dessen Durchlaßfrequenzbereich sich spannungsgesteuert innerhalb einer grossen Bandbreite einstellen läßt.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemässe Bandpass-Filter aus RC-Gliedern in aktiver Verstärker-Technik, bestehend aus drei Operationsverstärkern und entsprechenden Rückkopplungswegen gelöst.

Der Operationsverstärker 1 (der unter Bezug auf Fig. 1 nachfolgend 01 bezeichnet wird), auf dessen invertierenden Eingang das Eingangssignal über einen ohmschen Widerstand R1 gegeben wird, dient der Signalvorverstärkung sowie durch die Rückkopplung eines Teils des Ausgangssignals des Operationsverstärkers 01 über den ohmschen Widerstand R3 auf den invertierenden Eingang dieser Stufe der Phasenverschiebung um  $180^\circ$ .

In der 2. und 3. Operationsverstärkerstufe kann die Durchlaßfrequenz des erfindungsgemässen Bandpass-Filters durch Verstellen der veränderlichen Widerstände R5 bzw. R9, die mit vor den nichtinvertierenden Eingängen der Operationsverstärker 02 und 03 geschalteten Kapazitäten C1 und C2 jeweils ein RC-Glied bilden und die jeweils zwischen Masse und den nicht-invertierenden Eingängen der Operationsverstärker 02 und 03 geschaltet sind, gemäss der allgemeinen Formel

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

variiert werden.

Die Verstärkung des 2. und 3. Operationsverstärkers 02 und 03 wird durch Rückkopplung des jeweiligen Ausgangssignals über einen festen ohmschen Widerstand R7 bzw. R10 auf den invertierenden Eingang in Verbindung mit einem gleich grossen Widerstand R4 bzw. R8 zwischen Ausgang der jeweiligen Vorstufe und diesem invertierenden Eingang nach der hierfür allgemein gültigen Operations-Verstärker-Gleichung

$$U_A = - U_E \frac{R'}{R} \quad \{R'=R\}$$

auf den Wert 1 (unter gleichzeitiger Phasenverschiebung um  $90^\circ$ ) begrenzt.

Parallel hierzu wird ein Teil des Ausgangssignals des Operationsverstärkers 03 von Punkt 4 nach Punkt 1 über einen verstellbaren Widerstand R6 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 01 zurückgeführt. Mit dieser veränderlichen Rückkopplung kann die Güte des erfindungsgemässen Bandpass-Filters über einen beträchtlichen Bereich eingestellt werden.

Eine einfache Ausgestaltung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters sieht für die Einstellung des Durchlassfrequenzbands durch die veränderlichen Widerstände R5 bzw. R9 zwischen Masse und den nichtinvertierenden Eingängen der Operationsverstärker 02 und 03 ein konventionelles Tandem-Kohleschicht-Potentiometer vor. Der Nachteil dieser Ausführung besteht allerdings darin, dass ein nicht-manuelles Verstellen dieses Potentiometers nur durch einen aufwendigen Verstellmotor möglich ist.

Ausserdem stellen die Gleichlaufschwankungen beim Verstellen dieses Tandem-Potentiometers speziell unter Berücksichtigung der unterschiedlichen mechanischen Abnutzung der beiden Widerstandsbahnen ein gewisses Problem in kritischen Einsatzgebieten, insbesondere bei häufig zu verstellenden Widerstandswerten, dar.

Diese beiden oben geschilderten Nachteile lassen sich in einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters durch Einsatz von Foto-Widerständen für die veränderlichen Widerstände R5 bzw. R9 vermeiden. Der Widerstandswert dieser Fotowiderstände kann in einem sehr weiten Bereich {typisch zwischen ca.  $100 \Omega$  und  $10 M\Omega$ } durch Verändern der Speisespannung zweier in Serie geschalteter Leuchtdioden, die mit den Fotowiderständen optisch gekoppelt sind, eingestellt werden. Als Vorteil ergibt sich durch diese schaltungs-technische Massnahme zum einen die elektrische Entkopplung der Steuerspannung zum Einstellen des Durchlassfrequenzbands von der das Filter durchlaufenden Signalspannung, zum anderen die Möglichkeit der Fernsteuerung, da die Spannungsquelle zum Ansteuern der Leuchtdioden im Prinzip beliebig weit entfernt sein kann. Das Problem der Gleichlaufschwankung kann hier durch Selektion von Leuchtdioden- und Fotowiderstands-Pärchen mit möglichst gleichartigen technischen Daten gelöst werden. Analog hierzu ist in einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters das Einstellpotentiometer R6 für die Güte zum Zwecke der Fernverstellung durch eine entsprechende Kombination aus Leuchtdiode und optisch gekoppeltem Fotowiderstand ersetzt.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters können anstelle der oben erwähnten Leuchtdioden auch andere Lichtquellen eingesetzt werden, z.B. eine Laserdiode, deren kohärentes Licht über optische Fasern unter Zwischen-

verstärkung beliebig weit auf den jeweiligen opto-elektronischen Empfänger übertragen und durch optische Elemente in beliebige Teilstrahlen aufgeteilt werden kann, so dass nur ein einziger Sender benötigt wird. Es versteht sich, dass auch anstelle der oben erwähnten Fotowiderstände andere opto-elektronische Bauelemente wie beispielsweise Fotodioden, Fototransistoren oder Fotovervielfacher, treten können.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters können mit den opto-elektronischen Empfängern noch weitere passive oder aktive Bauelemente zwecks Erzielung einer nicht-linearen Funktion parallel oder in Serie geschaltet werden. Beispielsweise würde das Dazwischenschalten einer Emitter-Kollektor-Strecke eines geeigneten Transistors in den Gegenkopplungsweg zwischen Punkt 4 und Punkt 1 einer Verstellung der Güte des erfindungsgemässen Bandpass-Filters in logarithmischer Abhängigkeit der betreffenden Steuerspannung ermöglichen.

Nach der Erläuterung der schaltungstechnischen Verwirklichung soll nachfolgend das grundsätzliche Wirkprinzip der oben geschilderten Ausführungsformen des erfindungsgemässen Bandpass-Filters diskutiert werden.

Die eigentliche Filterwirkung wird primär erzielt durch die Phasenverschiebung des Signals zwischen dem Eingang des 2. Operationsverstärkers 02 und dem Ausgang des 3. Operationsverstärkers 03, also zwischen den Punkten 2 und 4. Diese Phasenverschiebung beträgt bei der Mittenfrequenz  $f_0$   $180^\circ$ . Ein Vorteil des erfindungsgemässen Bandpass-Filters besteht nun darin, dass es gegenüber Gleichlaufschwankungen beim Verstellen der veränderlichen Widerstände  $R_5$  bzw.  $R_9$ , die z.B. eine Phasenverschiebung nach dem Operationsverstärker



$02$  um  $80^\circ$  und nach dem Operationsverstärker  $03$  um  $110^\circ$  bewirken würden, relativ unempfindlich ist, da es nur auf die Summe der Phasenverschiebungen des Signals zwischen den Punkten 2 und 4 ankommt.

Die Rückkopplung vom Ausgang des Operationsverstärkers 3 bei Punkt 4 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers  $01$  bei 1 ergibt dann bei der dort erfolgenden Addition des Eingangssignals der Phase  $0^\circ$  mit dem Rückkopplungssignal der Phase  $360^\circ$  die maximale Verstärkung. Die Güte des Filters lässt sich demgemäss über den verstellbaren Widerstand  $R_b$  stufenlos über einen weiten Bereich einstellen.

Liegt das Signal hingegen ausserhalb der Mittenfrequenz  $f_0$  des erfindungsgemässen Bandpass-Filters, so ergibt sich am Ausgang des Operationsverstärkers  $03$  bei Punkt 4 ein von  $360^\circ$  verschiedener Phasenwinkel, der dann bei der Addition am Eingang des Operationsverstärkers  $01$  am Punkt 1 zu einer deutlichen Verstärkungsminderung des Signals am Ausgang des Operationsverstärkers  $03$  führt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von 2 Zeichnungen, die lediglich zwei Ausführungsformen darstellen, näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 das Prinzip-Schalt-Schema  
des erfindungsgemässen Bandpass-  
Filters,

Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau der  
fremdspannungsgesteuerten opto-  
elektronischen Durchlassfrequenz-  
Verstellung.

Als Verstärkerelemente, die den aktiven Charakter des erfindungsgemässen Bandpass-Filters ausmachen und entscheidend prägen, kommen handelsübliche, frequenzkompensierte, kurzschlussgeschützte Operationsverstärker 01 bis 03 zum Einsatz. Es eignen sich beispielsweise die Typen UA 741 oder LS 141 bzw. für höhere Grenzfrequenzen der Typ TL 081.

Für die veränderlichen Widerstände R5 bzw. R9 kommt ein Tandem-Potentiometer mit Kohle- oder Metall-Widerstandsschicht in Frage. Wird eine hohe Konstanz des Widerstandswerts auch bei sehr häufiger Verstellung des Abgriffs verlangt, kann für R5 bzw. R9 ein weitgehend vom mechanischen Verschleiss verschontes Tandem-Feldplatten-Potentiometer eingesetzt werden.

Beide Arten von Tandem-Potentiometer können in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung mittels eines Stellmotors ferngesteuert verstellt, und damit ihr Widerstandswert verändert werden.

Wichtig für einen stabilen, schwingungsfreien Betrieb des erfindungsgemässen Bandpass-Filters ist die symmetrische Nullung des Aufbaus zwischen den beiden Widerständen R5 und R9.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Schaltungsaufbaus der Erfindung werden für R5 und R9 Fotowiderstands-Pärchen LDR 1 und LDR 2 eingesetzt, die auf weitgehend identische technische Daten (speziell des Hell- und Dunkelwiderstands und der Steilheit) selektiert sind.

Geeignete Bauteile hierfür sind z.B. die CdS-Typen LDR 05 oder LDR 07 mit einem Maximum der Empfindlichkeit um 500 nm und einem Dunkelwiderstand  $R_d$  von typisch 10 M $\Omega$  und einem Hellwiderstand (bezogen auf 1000 Lx)  $R_h$  von 75 bis 300  $\Omega$ .

Hiermit ergibt sich also bei entsprechender Beleuchtungsintensität ein dynamischer Bereich von ungefähr  $1:10^5$  für die maximale Frequenzbandverstellung.

Um diesen Bereich optimal nutzen zu können, finden lichtemittierende Dioden LED 1 bzw. LED 2 mit ausreichender Lichtstärke {vorzugsweise auf GaP-Basis bei 500 nm emittierende mit einer Lichtstärke  $\geq 400$  mCd} Verwendung.

Sie werden in gutem optischen Kontakt mit LDR 1 und LDR 2 montiert und in ihrer Helligkeit über eine stabilisierte Steuerspannung variiert.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden Fotodioden-, Fototransistoren- bzw. Fotomultiplier-Pärchen anstelle der LDR eingesetzt.

Soll das Steuersignal  $U_{st}$  über sehr weite Entfernung bzw. durch stark Störspannungs-verseuchte Bereiche geführt werden, wird vorzugsweise an der Steuerspannungsquelle ein Diodenlaser, spannungsvariabel im Dauerstrich betrieben, vorgesehen, dessen Strahl sich durch geeignete optische Fasern {je nach Wellenlängenbereich aus Glas, Kunststoff oder Metallsalzen}, verlustfrei über grosse Entfernungen störfrei transportieren und durch geeignete optische Elemente beliebig in Teilstrahlen aufteilen lässt. Als Empfängerelement für einen GaAs-Diodenlaser mit einer Emission um 800 nm werden vorzugsweise Siliciumfotodioden bzw. -Transistoren, für Diodenlaser auf InP-Basis mit einer Emission um 1600 nm bevorzugt PbS-Fotowiderstände mit dem Maximum der Empfindlichkeit im nahen Infraroten eingesetzt.

Das Verstell-Potentiometer R6 zum Einstellen der Güte des erfindungsgemässen Bandpass-Filters besteht im einfachsten Fall aus einem Kohleschicht-Potentiometer {typisch: 0-50 k $\Omega$ }.

Es kann in einer weiteren Ausgestaltung analog zu R5 bzw. R9 als Feldplatten-Potentiometer bzw. als fremdspannungsgesteuertes opto-elektronisches Potentiometer ausgeführt sein.

Für die Widerstände R1 bis R4, R7, R8 und R10 finden handelsübliche Kohle- oder - bei höherer Anforderung an die Temperaturkonstanz des Widerstandswert - Metallschichtwiderstände Verwendung.

Um den Verstärkungsgrad der Operationsverstärker 02 bzw. 03 auf 1 zu beschränken, wird R4 bzw. R8 möglichst exakt gleich R7 bzw. R10 gewählt {typischer Wert: 10 k $\Omega$ }.

Als typische Werte für R3 ist 27 k $\Omega$  und für R1 4,7 k $\Omega$  anzusetzen. R1 kann frei gewählt werden zwischen etwa 10 k $\Omega$  und 300 k $\Omega$ .

R1 bestimmt zusammen mit R3 nach der Formel

$$U_A = - U_E \frac{R_3}{R_1}$$

den Verstärkungsgrad des Operationsverstärkers 01.

Die Kondensatoren C1 und C2 der beiden RC-Glieder vor 01 bzw. 02 sind ebenfalls auf einen möglichst identischen Kapazitätswert und Temperaturkoeffizienten zu selektieren {typischer Wert: 470 pF}.

Nachfolgend werden einige wesentliche Messwerte, die an einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemässen Bandpass-Filters erzielt wurden, aufgeführt.

### Ausführungsbeispiel

01-03: TL 081  
R5, R9: LDR1 = LDR2: LDR 05;  
LED1 = LED2: grün emittierend,  
 $\geq 400 \text{ mCd}$ ;

R1: 10-270 k $\Omega$ ; R2: 4.7 k $\Omega$ ;  
R3: 27 k $\Omega$ ; R4, R7, R8, R10: 10 k $\Omega$ ;  
R6: 0 — 50 k $\Omega$ ; C1=C2: 470 pF.

### Messwerte:

Verstärkung:  $V = 0.5-30$  {als Funktion von R1};  
Frequenzbereich: 2 — 200 kHz {als Funktion von 01-03};  
Filtergüte: 40 dB/Oktave {als Funktion von R6}.

---

Bandpass-Filter

---

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Bandpass-Filter aus RC-Gliedern in aktiver Operationsverstärker-Technik,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein erster Operationsverstärker {01} durch Rückkopplung seines Ausgangssignals über einen ohmschen Widerstand {R3} auf seinen invertierenden Eingang, dem ein Eingangswiderstand {R1} vorgeschaltet ist, der Signalvorverstärkung und der Phasenverschiebung des Eingangssignals um  $180^{\circ}$  dient,

dass über je einen festen ohmschen Widerstand {R7;R10} das jeweilige Ausgangssignal eines zweiten und dritten Operationsverstärkers {02;03} auf den jeweiligen invertierenden Eingang des betreffenden Operationsverstärkers {02;03} rückgekoppelt, und so eine Phasenverschiebung des Signals um jeweils  $90^\circ$  erreicht wird;  
dass verstellbare ohmsche Widerstände {R5;R9}, die zwischen Masse und dem nicht invertierenden Eingang des zweiten und dritten Operationsverstärkers {02;03} geschaltet sind und mit dem vor diesem Eingang und dem jeweiligen Eingangssignal geschalteten Kapazitäten {C1;C2} ein RC-Glied bilden, die Einstellung der Durchlassfrequenz des Filters ermöglichen;  
dass über einen verstellbaren ohmschen Widerstand {R6} das Ausgangssignal des dritten Operationsverstärkers {03} auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers {01} rückgekoppelt ist, wodurch eine Gesamtphasenverschiebung um  $360^\circ$  erreicht wird, und die Güte des Filters damit einstellbar ist.

## 2. Bandpass-Filter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,  
dass die veränderlichen Widerstände {R5;R9} zwischen Masse und den nicht-invertierenden Eingängen der Operationsverstärker zwei und drei {02;03} durch spannungsgesteuerte optische Potentiometer, gebildet durch zwei in Reihe geschaltete Leuchtdioden {LED1;LED2}, deren Helligkeit durch eine veränderliche stabilisierte Spannungsquelle stufenlos verstellt werden kann, und durch zwei optisch mit ihnen gekoppelte Fotowiderstände {LDR1,LDR2} realisiert sind.

3. Bandpass-Filter nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die veränderlichen Widerstände {R5;R9} zwischen  
Masse und den nicht-invertierenden Eingängen der  
Operationsverstärker 2 und 3 {02;03} durch zwei opto-  
elektronische Empfänger {Fotowiderstände, -dioden,  
-transistoren} mit jeweils identischen technischen Da-  
ten und einen Halbleiterlaser, dessen Strahlung in  
eine geeignete optische Faser eingekoppelt und durch  
Aufteilung der Faser symmetrisch auf die beiden opto-  
elektronischen Empfänger verteilt wird, gebildet werden.
4. Verwendung des Bandpass-Filters nach einem der Ansprüche  
1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es in einem NF-Frequenzgang-Messgerät, Geräusch-  
spannungs-Messgerät, in einem Spektrumanalyser, als  
spannungsgesteuertes Filter für Tondecoder, als Aus-  
wertelektronik für Mess- und Abgleichgeräte auf Laser-  
basis bzw. Lichtbasis und als Baustein in hochempfind-  
lichen bio-physikalischen und medizinischen Messgeräten  
zur Messung, Auswertung, Modulation und Rückführung  
Patienten-eigener Schwingungen eingesetzt ist.
5. Medizinisches Gerät zur Aufnahme, diagnostischen Ver-  
arbeitung, therapeutischen Bearbeitung und Abgabe der  
bearbeiteten Schwingungen über Sensoren, insbesondere  
Handelektroden,  
gekennzeichnet durch  
ein Bandpass-Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 3  
zur Aufbereitung der Eingangsschwingungen.



1/1

FIG. 1

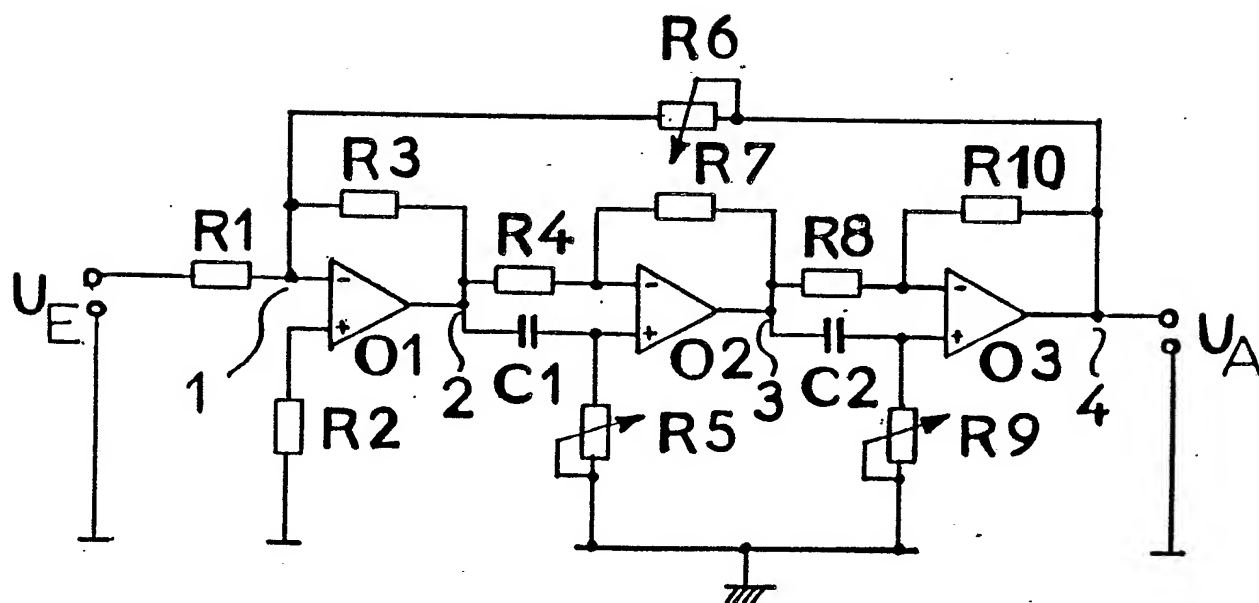
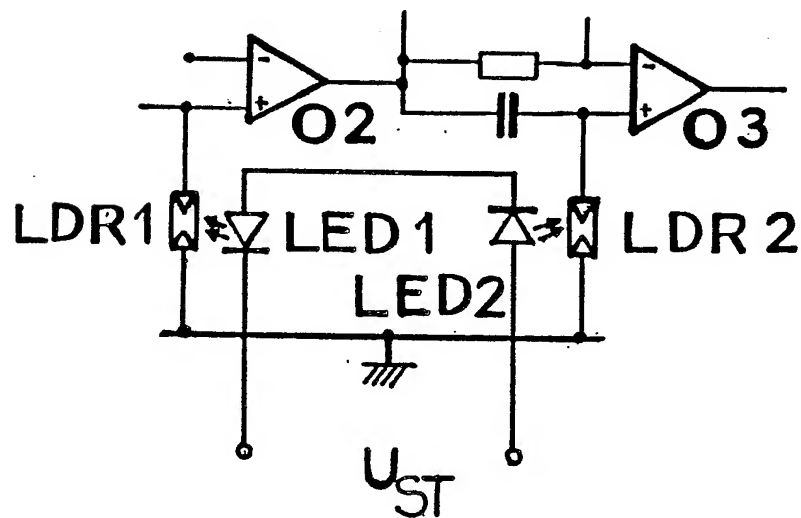


FIG. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 88/00454

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup> According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="margin-top: 10px;">           Int.Cl.<sup>4</sup>    H03H 11/14; H03H 11/12         </div>																							
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Minimum Documentation Searched <sup>7</sup></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.<sup>4</sup></td> <td style="padding: 5px;">H03H</td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px;">           Documentation Searched other than Minimum Documentation            to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup> </div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. <sup>4</sup>	H03H																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int.Cl. <sup>4</sup>	H03H																						
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Category <sup>*</sup></th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Relevant to Claim No. <sup>13</sup></th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">           Frequenz, vol. 32, Nr. 5, May 1978            (Berlin, DE), G.Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", pages 140-145, see figure 4; page 141, " 2. State of the Art"         </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">           Electronics Letters, vol. 8, Nr. 18, 7 September 1972 (Hitchin, GB)            G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers" pages 458-459, see the whole document         </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">           Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, vol. 11, Nr. 7/18, 1978 (Mainz, DE)            "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", page 36 see the whole document         </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">--</td> <td style="text-align: center; vertical-align: bottom; padding: 5px;">2 ./. </td> </tr> </table>			Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>	X	Frequenz, vol. 32, Nr. 5, May 1978 (Berlin, DE), G.Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", pages 140-145, see figure 4; page 141, " 2. State of the Art"	1	--			X	Electronics Letters, vol. 8, Nr. 18, 7 September 1972 (Hitchin, GB) G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers" pages 458-459, see the whole document	1	Y	--		Y	Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, vol. 11, Nr. 7/18, 1978 (Mainz, DE) "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", page 36 see the whole document	2	--		2 ./.
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>																					
X	Frequenz, vol. 32, Nr. 5, May 1978 (Berlin, DE), G.Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", pages 140-145, see figure 4; page 141, " 2. State of the Art"	1																					
--																							
X	Electronics Letters, vol. 8, Nr. 18, 7 September 1972 (Hitchin, GB) G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers" pages 458-459, see the whole document	1																					
Y	--																						
Y	Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, vol. 11, Nr. 7/18, 1978 (Mainz, DE) "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", page 36 see the whole document	2																					
--		2 ./.																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the International filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>																							
<b>IV. CERTIFICATION</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of the Actual Completion of the International Search  <div style="margin-top: 10px;">16 August 1988 (16.08.88)</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of Mailing of this International Search Report  <div style="margin-top: 10px;">06 September 1988 (06.09.88)</div> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           International Searching Authority  <div style="margin-top: 10px;">EUROPEAN PATENT OFFICE</div> </td> <td style="padding: 5px;">           Signature of Authorized Officer         </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search <div style="margin-top: 10px;">16 August 1988 (16.08.88)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="margin-top: 10px;">06 September 1988 (06.09.88)</div>	International Searching Authority <div style="margin-top: 10px;">EUROPEAN PATENT OFFICE</div>	Signature of Authorized Officer																	
Date of the Actual Completion of the International Search <div style="margin-top: 10px;">16 August 1988 (16.08.88)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="margin-top: 10px;">06 September 1988 (06.09.88)</div>																						
International Searching Authority <div style="margin-top: 10px;">EUROPEAN PATENT OFFICE</div>	Signature of Authorized Officer																						

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	US, A, 3528040 (A.A. GALUIN) 8 September 1970 see the whole document	2
A	US, A, 3668566 (D.F. TRIGG) 6 June 1972 see figure 1; column 1, lines 49-68 -----	2,3

# ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

EP 8800454  
SA 22312

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 31/08/88  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3528040	08-09-70	Keine	
US-A- 3668566	06-06-72	CA-A- 901104	23-05-72

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/EP 88/00454**

<b>I. KLASSEFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup> Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int. Cl. 4 <b>H 03 H 11/14; H 03 H 11/12</b>																	
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b> <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Recherchierter Mindestprüfstoff<sup>7</sup></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; padding: 5px;">Klassifikationssystem</td> <td style="padding: 5px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int. Cl. 4</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>H 03 H</b></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen<sup>8</sup></p>			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int. Cl. 4	<b>H 03 H</b>											
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole																
Int. Cl. 4	<b>H 03 H</b>																
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup></b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Art*</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Kennzeichnung der Veröffentlichung<sup>11</sup>, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile<sup>12</sup></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Betr. Anspruch Nr. 13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Frequenz, Band 32, Nr. 5, Mai 1978 (Berlin, DE), G. Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", Seiten 140-145, siehe Figur 4; Seite 141, "2. State of the Art"</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Electronics Letters, Band 8, Nr. 18, 7. September 1972 (Hitchin, GB), G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers", Seiten 458-459, siehe das ganze Dokument</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">--</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, Band 11, Nr. 7/8, 1978 (Mainz, DE), "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", Seite 36, siehe das ganze Dokument</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2</td> </tr> </tbody> </table>			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. 13	X	Frequenz, Band 32, Nr. 5, Mai 1978 (Berlin, DE), G. Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", Seiten 140-145, siehe Figur 4; Seite 141, "2. State of the Art"	1	X	Electronics Letters, Band 8, Nr. 18, 7. September 1972 (Hitchin, GB), G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers", Seiten 458-459, siehe das ganze Dokument	1	Y	--	2	Y	Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, Band 11, Nr. 7/8, 1978 (Mainz, DE), "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", Seite 36, siehe das ganze Dokument	2
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. 13															
X	Frequenz, Band 32, Nr. 5, Mai 1978 (Berlin, DE), G. Götz et al.: "RC-active biquadratic filter sections with two operational amplifiers", Seiten 140-145, siehe Figur 4; Seite 141, "2. State of the Art"	1															
X	Electronics Letters, Band 8, Nr. 18, 7. September 1972 (Hitchin, GB), G.S. Moschytz: "High-Q factor insensitive active RC network, similar to the tarmy-ghausi circuit but using single-ended operational amplifiers", Seiten 458-459, siehe das ganze Dokument	1															
Y	--	2															
Y	Und-oder-Nor + Steuerungstechnik, Band 11, Nr. 7/8, 1978 (Mainz, DE), "Bilateraler-Analog-Fet-Optokoppler mit grosser Linearität", Seite 36, siehe das ganze Dokument	2															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>																	
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Datum des Abschlusses der internationalen Recherche   <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">16. August 1988</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Absendedatum des internationalen Recherchenberichts   <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">06 SEP 1988</div> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Internationale Recherchenbehörde   <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div> </td> <td style="padding: 5px;">           Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten   <div style="text-align: center;"> <div style="text-align: right; font-weight: bold;">P.C.G. VAN DER PUTTEN</div> </div> </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">16. August 1988</div>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">06 SEP 1988</div>	Internationale Recherchenbehörde  <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten  <div style="text-align: center;"> <div style="text-align: right; font-weight: bold;">P.C.G. VAN DER PUTTEN</div> </div>											
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">16. August 1988</div>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">06 SEP 1988</div>																
Internationale Recherchenbehörde  <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten  <div style="text-align: center;"> <div style="text-align: right; font-weight: bold;">P.C.G. VAN DER PUTTEN</div> </div>																

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US, A, 3528040 (A.A. GALUIN) 8. September 1970, siehe das ganze Dokument --	2
A	US, A, 3668566 (D.F. TRIGG) 6. Juni 1972, siehe Figur 1; Spalte 1, Zeilen 49-68 -----	2,3

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 8800454  
 SA 22312

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 31/08/88  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3528040	08-09-70	Keine	
US-A- 3668566	06-06-72	CA-A- 901104	23-05-72

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

DERWENT-ACC-NO: 1988-354111

DERWENT-WEEK: 198916

*COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD*

TITLE: Active bandpass filter with RC circuits uses three series of amplifiers with variable shunt and feedback resistors to set pass frequency

INVENTOR: BRUGEMANN H; SCHLIEPER K

PATENT-ASSIGNEE: BRUGEMANN H GMBH[BRUGN]

PRIORITY-DATA: 1987DE-3718097 (May 29, 1987)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
WO 8809585 A	December 1, 1988	DE
DE 3718097 A	December 8, 1988	DE
AU 8818012 A	December 21, 1988	EN

DESIGNATED-STATES: AU US AT BE CH DE FR GB IT LU NL SE

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
WO1988009585A	N/A	1988WO-EP00454	May 20, 1988
DE 3718097A	N/A	1987DE-3718097	May 29, 1987

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPS	H03H11/12 20060101
CIPS	H03H11/14 20060101



ABSTRACTED-PUB-NO: WO 8809585 A

**BASIC-ABSTRACT:**

A first operational amplifier (01) has a negative feedback resistor (R3) and an input resistor (R1) thus producing 180 deg. phase shift. Two fixed resistors (R7, R10) feedback the outputs of second and third operational amplifier (02, 03) to their inverting inputs to achieve 90 deg. phase shifts. Adjustable resistors (R5, R9) are coupled between earth and the non-inverting inputs of the second and third operational amplifiers and together with series input feed capacitors (C1, C2) form resp. RC members to enable pass-frequency adjustment.

An adjustable resistor (R6) feeds back the output of the third operational amplifier to achieve an overall 360 deg. phase shift and to enable the quality factor Q of the filter to be adjusted.

ADVANTAGE - Small component count, voltage controllable with wide band.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/2

TITLE-TERMS: ACTIVE BANDPASS FILTER RC CIRCUIT THREE SERIES AMPLIFY  
VARIABLE SHUNT FEEDBACK RESISTOR SET PASS FREQUENCY

DERWENT-CLASS: P31 P34 U25

EPI-CODES: U25-E01; U25-F;